

ANALISIS KESESUAIAN KECEPATAN DAN KONDISI GEOMETRIK JALAN PADA *BLACK SPOT*

(Studi Kasus : Jl. A. Yani, Pabelan, Kartasura Km 6+700 – 7+900)

Riska Dwi Cahyani¹, Agus Riyanto²

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417
Email : riskacahyani31@gmail.com

Abstrak

Intensitas terjadinya kecelakaan di Indonesia tiap tahunnya meningkat, oleh karena itu pertimbangan dalam keselamatan berlalu lintas merupakan satu indikator yang sangat penting. Salah satu lokasi rawan kecelakaan yaitu Jl. A. Yani Pabelan, Kartasura km 6+700- km 7+900. Faktor penyebab terjadinya kecelakaan dapat dipengaruhi karena faktor kondisi geometrik jalan dan faktor pengguna jalan khususnya kecepatan pengendara pada jalan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kesesuaian kondisi geometrik jalan dan kecepatan pengguna pada jalan tersebut telah memenuhi persyaratan peraturan yang ada atau tidak dengan membandingkan keadaan di lapangan. Metode penelitian ini menggunakan jenis data primer yaitu pengambilan data waktu tempuh dilakukan pada tanggal 24 April 2019 pada pukul 06.00-12.00 BBWI, data jarak pandang henti, dan nilai daerah bebas samping, sedangkan data sekunder yang digunakan adalah dengan bantuan aplikasi Google earth yang kemudian digambar menggunakan program auto cad. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kecepatan rata-rata di lapangan sebesar 66 km/jam lebih kecil dari kecepatan rencana menurut jalan Arteri Kelas I yaitu 80 km/jam. Untuk parameter geometrik nilai lengkung horizontal diketahui nilai jari-jari tikungan sebesar 900 m sedangkan pada ketentuan yang ada adalah 210 m, daerah bebas samping selebar 3,6 m dan kemiringan tikungan sebesar 2,62 % sudah memenuhi ketentuan peraturan yang ada sebesar 10 %. Namun, untuk nilai lebar jalan, lebar bahu dan lebar median pada lokasi belum memenuhi persyaratan jalan ideal untuk Jalan Arteri Kelas I, serta untuk parameter jarak pandang henti 99 m di lapangan kurang dari nilai jarak pandang henti secara teoritis yaitu 120 m, sedangkan untuk jarak pandang mendahului yang diamati dikatakan aman karena analisis jarak pandang mendahului hanya untuk digunakan tipe jalan 2 lajur 2 arah tanpa terbagi tetapi pada lokasi penelitian adalah 4 lajur 2 arah terbagi. Dalam analisis juga dapat dibuktikan bahwa adanya hubungan antara kecepatan dan jarak pandang karena semakin besar kecepatan maka jarak pandang yang dibutuhkan juga semakin besar.

Kata-kata kunci : kecepatan; geometrik jalan; alinyemen horisontal; jarak pandang

Pendahuluan

Jalan raya merupakan sarana transportasi darat yang memegang peranan penting dalam perkembangan suatu wilayah (Badrujaman, 2016). Jalan raya direncanakan untuk mendukung mobilitas masyarakat dan barang (Tandi dkk, 2017). Dengan adanya jalan raya dapat meningkatkan kesejahteraan dan kemajuan masyarakat di negara berkembang seperti Indonesia (Dedi & Siprianus, 2018). Namun hal ini dapat berdampak kepada meningkatnya frekuensi kecelakaan lalu lintas dengan adanya korban yaitu dari segi pemakai jalan maupun masyarakat sekitar (Purwanti, 2012). Seperti dikutip dalam website *World Health Organization*, (2013) Indonesia merupakan negara dengan peringkat ke empat dalam tingkat kematian pengguna jalan akibat kecelakaan di Asia Tenggara. Tingginya tingkat kecelakaan di Indonesia memberikan gambaran bahwa lalu lintas di tingkat kota cenderung tinggi (Zanuardi & Supriyatno, 2018).

Salah satu kota yang memiliki tingkat kecelakaan tinggi (*black spot*) adalah kota Sukoharjo dengan beberapa area kecelakaan lalu lintas pada jalan kotanya. Bagian dari jalan kota tersebut adalah Jl. A. Yani Pabelan Kartasura km 6+700- 7+900 yang merupakan jalan penghubung antara kota Surakarta dengan kota Boyolali maupun kota Klaten (Sanjalu, 2018). Banyak faktor yang mempengaruhi kecelakaan lalu lintas, faktor paling dominan adalah manusia dan jalan (Djoko dkk, 2015). Untuk meminimalisir terjadinya tingkat kecelakaan lalu lintas perlu adanya kajian lebih lanjut, diantaranya mengenai geometrik jalan serta perilaku kecepatan pengemudi jalan. Perbandingan kecepatan

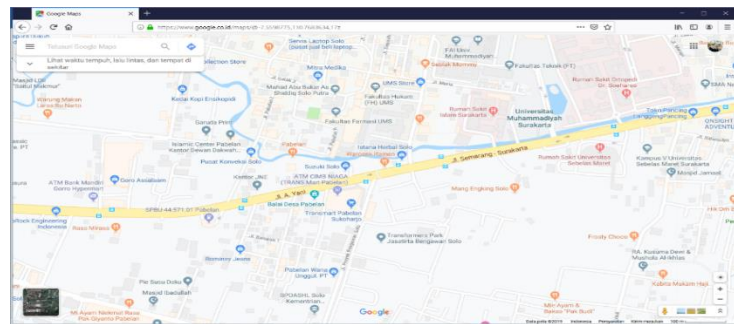
pengemudi di lapangan terhadap kecepatan rencana dalam perencanaan geometrik jalan menjadi dasar dalam penelitian ini. Kajian utama geometrik dalam penelitian ini meliputi alinyemen horisontal. Dalam cakupan kajian alinyemen horisontal terdiri dari kecepatan kendaraan, panjang tikungan, jarak pandang henti, daerah bebas samping, pelebaran tikungan dan *super elevasi*.

Dalam penelitian ini diharapkan mampu mengetahui kesesuaian kecepatan pengemudi kendaraan bermotor dan kondisi geometrik jalan pada tikungan ruas Jalan Ahmad Yani Pabelan Kartasura km 6+700-7+900 yang dianggap sebagai *black spot* (daerah rawan kecelakaan) karena disebabkan oleh ketidaksesuaian antara kecepatan lapangan dengan desain tikungan.

Metode Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di ruas Jl. A. Yani, Pabelan, Kartasura km 6+700 - 7+900. Analisis penelitian ini menggunakan metode data primer dan data sekunder yang kemudian hasilnya akan membandingkan keadaan di lapangan dengan peraturan yang ada sudah terpenuhi atau belum. Data primer meliputi data waktu tempuh kendaraan, jarak pandang henti, dan daerah bebas samping, sedangkan data sekunder berupa data penentuan lokasi *black spot*, data kemiringan tikungan dengan aplikasi *global mapper*, serta data trase jalan menggunakan aplikasi *google earth*. Pengambilan data waktu tempuh dilakukan pada pukul 06.00-12.00 BBWI dengan pertimbangan pada penelitian sebelumnya waktu tersebut paling sering terjadi kecelakaan lalu lintas dan segmen jalan yang digunakan sebagai objek kajian sepanjang 30 m, serta dibutuhkan 6 *surveyor*. Selanjutnya, mengitung jarak pandang henti berdasarkan kecepatan rencana menggunakan persamaan 5, adapun kegiatan pengukuran JPH sebagai berikut menyiapkan benang sesuai dengan Tabel 2, satu orang melihat sesuai dengan ketinggian mata pengemudi yaitu sebesar 105 cm atau 1,05 m, sedangkan satu orang lagi membawa kotak kecil yang digunakan sebagai objek pandangan pengemudi dengan ketinggian 15 cm atau 0,15 m dari atas permukaan aspal, kemudian apabila pengamat sudah tidak jelas lagi melihat kotak objek, maka catat panjang benang tersebut (Rajulun & Berlian, 2017). Pengukuran daerah bebas samping dimulai dari garis tengah lajur dalam sampai objek penghalang pandangan (TPGJAK, 1997). Setelah itu, menentukan jari jari tikungan didapat dengan cara *copy* peta dari aplikasi *google earth* ke dalam *auto cad*, ubah skala peta sesuai dengan *auto cad* (1 :100), *ploting* ruas jalan yang menjadi objek evaluasi dengan menggunakan *polyline* secara *detail*, pindahkan hasil *ploting* ke lembar *auto cad* dan hasil *ploting* siap dievaluasi, dalam setiap lengkung ditarik garis lurus sehingga berpotongan membentuk sudut (Δ). Langkah selanjutnya, menentukan titik awal dan titik akhir tikungan untuk mengetahui panjang lengkung tikungan (L_c) sebelum mendapatkan nilai jari- jari tikungan (R) disetiap tikungannya. Dari langkah ini juga didapat data lebar jalur, lebar bahu, dan lebar median (Robby dkk, 2017). Superelevasi pada tikungan diperoleh dengan cara, pertama cari data lokasi di *google earth*, buat *poligon* iut empat *poligon*, *save as* gambar dengan format *kmz* file, kemudian buka aplikasi *global mepper*, open data file *poligon* dengan cara klik file, *download* online, *word imagery connect* kemudian di *setting maximum*, setelah itu klik file kembali, *download online*, *teeain*, *srin/ dem*, tandai dengan garis dan klik *tool long profile*.

Lokasi black spot



Gambar 1. Peta Lokasi km 6+700 – km 7+900
(Sumber : <https://www.google.co.id>)

Data yang digunakan sebagai tinjauan titik *black spot* diambil dari penelitian sebelumnya dan lokasi rawan kecelakaan (*blackspot*) adalah segmen km 6+700 – km 7+900 (Sanjalu, 2018).

Kecepatan

Kecepatan dapat diartikan sebagai gerakan dari kendaraan dalam jarak tertentu per satuan waktu. Kecepatan sendiri merupakan salah satu parameter perencanaan geometrik (MKJI, 1997). Terdapat dua macam kecepatan yaitu kecepatan rencana yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan kecepatan lapangan dapat dihitung dengan Persamaan 3.

Tabel 1.Kecepatan Rencana (km/jam)

	Kelas 1	Kelas 2 & Kelas 1	Kelas 3	Kelas 4 & Kelas 3	Kelas 5 & Kelas 4	Kelas 5
Kecepatan Rencana (km/jam)	80	60	50	40	30	20

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997

$$V = \frac{s}{t} \tag{3}$$

$$V_{rata-rata} = \frac{\sum V}{n} \tag{4}$$

dengan :

- V = Kecepatan (km/jam)
- s = Jarak yang ditempuh
- t = Waktu tempuh
- V_{rata-rata} = Kecepatan rata-rata (km/jam)
- ∑V = Jumlah kecepatan (km/jam)
- n = Jumlah sempel kendaraan

Jarak pandang

Jarak pandang merupakan panjang jalan depan kendaraan yang masih dapat dilihat dengan jelas diukur dari titik kedudukan pengemudi (Fahlifie dkk,2007). Jarak pandang dibedakan menjadi dua yaitu jarak pandang henti dan jarak pandang mendahului (TPGJAK,1997). Nilai jarak pandang henti dapat didapatkan dengan Persamaan 4, dan Tabel 2, sedangkan jarak pandang menyiap dengan Persamaan 5, dan Tabel 3.

$$JPH = \frac{VR}{3,6} T + \frac{(\frac{VR}{3,6})^2}{2.g.f.\rho} \tag{5}$$

dengan :

- VR = Kecepatan rencana (km/jam)
- T = Waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik
- g = Percepatan gravitasi, ditetapkan 9,8 m/detik
- f = Koefisien gesek, ditetapkan 0,35 – 0,55

Tabel 2. Jarak Pandang Henti

VR (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jh (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997

$$JPM = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \tag{6}$$

$$d_1 = 0,278 \times t_1 \times (V - m + \frac{a \times t_1^2}{2}) \tag{6a}$$

$$d_2 = 0,278 \times V \times t_2 \tag{6b}$$

$$d_3 = \text{diambil } (30 - 100) \text{ m} \tag{6c}$$

$$d_4 = \frac{2}{3} d_2 \tag{6d}$$

dengan :

- t₁ = Waktu reaksi t₁ = 2,12 + 0,026V
- t₂ = Waktu dimana kendaraan menyiap berada pada lajur kanan yang dapat ditentukan korelasi t₂ = 6,56 + 0,048
- m = Perbedaan kecepatan antara kendaraan yang menyiap dan yang disiap (15 km/jam)
- V = Kecepatan rata-rata kendaraan yang menyiap
- a = Percepatan rata-rata 2,052 + 0,0036V

Tabel 3. Jarak Pandang Mendahului

VR (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jh (m)	800	670	550	350	250	200	150	100

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997

Jalur dan bahu jalan

Jalur lalu lintas merupakan bagian dari jalan yang digunakan untuk lalu lintas kendaraan. Secara fisik, jalur berupa perkerasan jalan, sedangkan bahu jalan merupakan bagian tepi jalan yang perlu dilakukan perkerasan (TPGJAK, 1997). Berikut ini adalah Tabel 4 untuk mengetahui lebar lajur jalan ideal berdasarkan fungsi dan kelas jalan, serta Tabel 5 sebagai penentuan lebar jalur dan bahu jalan yang didasarkan pada LHR dan fungsi jalan.

Tabel 4 Lajur Jalan Ideal

Fungsi	Kelas	Lebar Lajur Ideal (m)
Arteri	I	3,75
	II, IIIA	3,50
Kolektor	IIIA, III B	3,00
Lokal	IIIC	3,00

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997

Tabel 5. Jalur dan Bahu Jalan

LHR (smp/ hari)	Arteri				Kolektor				Lokal			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Lebal Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebal Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebal Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebal Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebal Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebal Jalur (m)	Lebar Bahu (m)
<3.000	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,0	4,5	1,0
3.000-10.000	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,0
10.001-25.000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	**	**	-	-	-	-
>25.000	2nx3,5*	2,5	x7,0*	2,0	2nx3,5*	2,0	**	**	-	-	-	-

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997

Keterangan : ** = mengacu pada persyaratan ideal
 * = 2 jalur terbagi, masing-masing n x 3,5 m, dimana n=Jumlah lajur per jalur
 - = Tidak ditentukan

Median

Median merupakan bagian jalan yang terletak pada bagian tengah untuk memisahkan dua jalur lalu lintas yang berlawanan (TPGJAK, 1997). Jalan dengan dua arah diharuskan untuk memiliki median, berikut ini adalah Tabel 6 lebar median minimum yang ditentukan.

Tabel 6. Lebar Median

Bentuk Median	Lebar minimum (m)
Median ditinggikan	2
Median direndahkan	7

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997

Daerah bebas samping

Daerah jalan yang dapat memberikan kemudahan pandangan di tikungan dengan membebaskan objek- objek penghalang sejauh E (m). Pada daerah ini jari jari tikungan (R), jarak pandang henti (JPH) dan panjang tikungan (Lt) menjadi tolak ukur (TPGJAK, 1997). Ada dua hal yang perlu diperhatikan dalam menghitung daerah bebas samping dengan menggunakan Persamaan 6.

Jika $J_h < L_t$

$$E = R \left(1 - \cos \left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R} \right) \right) \tag{7}$$

Alinyemen horisontal

Alinyemen Horisontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horisontal atau disebut trase jalan. Alinyemen horisontal terdiri dari bagian lurus yang dihubungkann dengan bagian lengkung atau belokan di sepanjang jalan (Denis dkk, 2017). Nilai jari- jari minimum dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Jari-jari Lengkung Minimum, R_{min}

VR (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jari-jari Minimum, R_{min} (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997

Terdapat tiga bentuk bagian lengkung pada tikungan, yaitu *Spiral Circle Spiral*, *Spiral-Spiral*, dan *Full Circle* (TPGJAK,1997). Dalam penelitian ini menggunakan *Full Circle*. Beberapa hal yang merupakan komponen *Full Circle* adalah panjang busur lingkaran (L_c), Jarak Luar dari PI ke busur lingkaran (E_c), dan panjang tangen jarak dari T_c ke PI atau sebaliknya (T_c) . Berikut dapat di hitung dengan Persamaan 8.

$$T_c = R_c \tan \frac{1}{2} \Delta \tag{8a}$$

$$Ec = Tc \tan \frac{1}{4} \Delta \tag{8b}$$

$$Lc = \frac{\Delta 2\pi Rc}{360^\circ} \tag{8c}$$

Pelebaran perkerasan pada tikungan

Pelebaran pada tikungan dilakukan pada tikungan- tikungan yang tajam, agar kendaraan dapat mempertahankan lintasannya (Sukirman, 1994). Komponen- komponen yang terdapat pada pelebaran tikungan (B) adalah jumlah lajur lalu lintas (n), lebar lintasan pada jalur truk (b), lebar lintasan truk pada tikungan (b’), tonjolan depansampai bumper (A), jarak as roda depan dengan roda belakang (p), lebar tambahan akibat kelelahan pengemudi(Z), lebar perkerasan (W), lebar melintang akibat tonjolan (Td), kebebasan samping (c) dan jari-jari (R). Berikut Persamaan 9 untuk mengetahui toleransi pelebaran yang harus dilakukan.

$$B = n (b'+c) + (n-1) Td + z \tag{9a}$$

$$b'' = R - \sqrt{R^2 - P^2} \tag{9b}$$

$$b' = b + b'' \tag{9c}$$

$$Td = \sqrt{R^2 + A(2P - A)} - R \tag{9d}$$

$$z = 0,105 \times \frac{Vr}{\sqrt{R}} \tag{9e}$$

Toleransi B > W

Hasil Dan Pembahasan

Kecepatan

Dalam survei ini, lokasi pengambilan data pada Sta 7+550. Hasil kecepatan rata- rata selama survei dilihat data Tabel 8.

Tabel 8. Kecepatan Rata-Rata

Jam	Jenis kendaraan	Lajur	Kecepatan rata-rata (km/jam)
06.00 - 12.00	MC	Total	68,35
06.00 - 12.00	LV	Total	65,76
06.00 - 12.00	HV	Total	63,56
	Seluruh Kendaraan	Total	66

Tabel 9. Kecepatan Rata-Rata Seluruh Kendaraan Sisi Utara

Time interval (per 5')	MC		LV		UM		Jumlah	
	TMS	n	TMS	n	TMS	n	TMS	n
06.00-06.05	69,02	23	74,44	10	43,93	2	69,13	35
06.05-06.10	66,79	24	67,78	10	55,88	7	65,17	41
06.10-06.15	61,34	37	63,80	11	53,38	5	61,10	53
06.15-06.20	64,85	28	63,54	13	56,12	8	63,08	49
06.20-06.25	68,93	32	63,05	17	51,47	5	65,46	54
...
11.35-11.40	77,31	14	66,89	32	66,60	6	69,66	52
11.40-11.45	69,33	13	65,77	13	65,53	10	66,99	36
11.45-11.50	64,69	16	73,50	16	73,16	5	69,65	37
11.50-11.55	75,17	14	74,66	15	79,87	14	76,52	43
11.55-12.00	74,13	14	72,47	18	61,48	10	70,41	42
Jumlah							4785,90	
Vrata-rata							67,00	

Tabel 10. Kecepatan Rata-Rata Seluruh Kendaraan Sisi Selatan

Time interval (per 5')	MC		LV		UM		Jumlah	
	TMS	n	TMS	n	TMS	n	SMS	n
06.00-06.05	63,77	20	74,29	13	54,34	5	66,12	38
06.05-06.10	62,45	10	75,15	9	63,39	5	67,41	24
06.10-06.15	60,52	15	79,48	12	40,82	5	64,55	32
06.15-06.20	72,49	16	82,32	14	42,67	4	73,03	34
06.20-06.25	55,05	19	82,34	9	46,58	6	60,78	34
06.25-06.30	71,20	26	72,43	22	50,40	11	67,78	59
...
11.35-11.40	64,01	21	60,89	14	65,78	7	63,27	42
11.40-11.45	63,54	23	65,04	13	70,19	11	65,51	47
11.45-11.50	66,14	16	58,56	16	63,80	11	62,72	43
11.50-11.55	64,28	23	65,18	19	69,53	10	65,62	52
11.55-12.00	68,81	19	66,41	18	68,41	10	67,80	47
Jumlah							4667,82	
Vrata- rata							65	

Tabel 11. Contoh Kecepatan Tiap Kendaraan

Waktu	No Sampel	Waktu Tempuh Kendaraan			Kecepatan		
		Jenis Kendaraan			Jenis Kendaraan		
		MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.05	1	1,65	1,45	6,81	18,18	20,69	4,41
	2	1,85	1,42	1,50	16,22	21,13	20,00

	9	2,37	2,08		12,66	14,42	
	10	1,26	1,54		23,81	19,48	

	22	1,25			24,00		
	23	1,35			22,22		
	Jumlah				440,93	206,79	24,41
	Vrata-rata	m/dt			19,17	20,68	12,20
km/jam			69,02	74,44	43,93		

Adapun rumus untuk mendapatkan kecepatan rata- rata.

$$\begin{aligned}
 V_{MC} &= \frac{s}{t} = \frac{30}{1,65} = 18,18 \text{ m/dt} \\
 V_{LV} &= \frac{s}{t} = \frac{30}{1,45} = 20,69 \text{ m/dt} \\
 V_{HV} &= \frac{s}{t} = \frac{30}{6,81} = 4,41 \text{ m/dt}
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

Contoh perhitungan kecepatan rata-rata MC, LV, dan HV pada pukul 06.00-06.05 BBWI.

$$\text{Vrata- rata}_{MC} = \frac{\sum V}{n}, V = \frac{440,93}{23} = 19,17 \text{ m/dt} = 69,02 \text{ km/jam}$$

$$\text{Vrata- rata}_{LV} = \frac{\sum V}{n}, V = \frac{206,79}{10} = 20,68 \text{ m/dt} = 74,44 \text{ km/jam}$$

$$\text{Vrata- rata}_{HV} = \frac{\sum V}{n}, V = \frac{24,41}{2} = 12,20 \text{ m/dt} = 43,93 \text{ km/jam}$$

Adapun cara untuk memperoleh nilai kecepatan rata rata masing- masing kendaraan untuk MC, LV, dan HV

$$\begin{aligned}
 \text{Vrata-rata}_{MC} &= \frac{\sum V_{MC} \text{ 06.00-06.05} + \dots + \sum V_{MC} \text{ 11.55-12.00}}{\sum n_{Vtotal}} \\
 &= \frac{(69,02 + 63,77) + \dots + (74,13 + 68,81)}{144} \\
 &= 68,32 \text{ km/ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Vrata- rata}_{LV} &= \frac{\sum V_{LV} \text{ 06.00-06.05} + \dots + \sum V_{LV} \text{ 11.55-12.00}}{\sum n_{Vtotal}} \\
 &= \frac{(74,44 + 74,29) + \dots + (72,47 + 66,41)}{144} \\
 &= 65,76 \text{ km/ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Vrata-rata}_{HV \text{ utara dan selatan}} &= \frac{\sum VHV_{06.00-06.05} + \dots + \sum VHV_{11.55-12.00}}{\sum nV_{total}} \\
 &= \frac{(43,93 + 54,34) + \dots + (61,48 + 68,41)}{144} \\
 &= 63,56 \text{ km/ jam}
 \end{aligned}$$

Dari data yang diketahui, selanjutnya dapat melakukan contoh perhitungan kecepatan rata- rata total sisi utara

$$V_{total} = \frac{\sum MC \cdot \sum n + \sum LV \cdot \sum n + \sum HV \cdot \sum n}{\text{Jumlah } \sum n} \tag{11}$$

$$\begin{aligned}
 V_{total \text{ sisi utara}} &= \frac{(69,02 \cdot 23 + 74,44 \cdot 10 + 43,93 \cdot 2)}{23 + 10 + 2} \\
 &= 69,13 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan V_{total} di dapat nilai kecepatan rata- rata dari sisi utara dan selatan seluruhnya.

$$\begin{aligned}
 V_{seluruhnya} &= \frac{\sum V_{total \text{ sisi utara}} + \sum V_{total \text{ sisi Selatan}}}{\sum nV_{total}} \tag{12} \\
 &= \left(\frac{(69,13 + \dots + 70,41)}{72} + \frac{(66,12 + \dots + 67,80)}{72} \right) / 2 \\
 &= \left(\frac{4785,90}{72} + \frac{4667,82}{72} \right) / 2 \\
 &= \frac{67,00 + 65,00}{2} \\
 &= 66 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

Nilai kecepatan rata-rata pengguna jalan di lokasi sudah sesuai yaitu sebesar 66 km/jam, sedangkan untuk kecepatan rencana jalan arteri sebagai acuan adalah 80 km/ jam berdasarkan pada Tabel 1.

Tinjauan aspek geometrik terhadap kecepatan

Aspek yang ditinjau dalam hal ini adalah jarak pandang. Berdasarkan survei yang lakukan secara langsung nilai jarak pandang henti didapat sebesar 99 m, sedangkan untuk nilai jarak pandang mendahului karena adanya pemisah median jalan maka dianggap tidak bermasalah. Berikut data Tabel 12 menunjukkan hasil secara ringkas perhitungan nilai jarak pandang henti.

Tabel 12. Jarak Pandang Henti

Jenis Kendaraan	Jh	Jh minimum secara teoritis	Jh Lapangan
MC	99,95	120	99
LV	94,25	120	99
HV	89,53	120	99
Rata- rata	94,78	120	99

Adapun rumus untuk memperoleh nilai jarak pandang henti (Jh) kecepatan di lapangan untuk masing- masing kendaraan :

$$\begin{aligned}
 Jh &= \frac{V}{3,6} T + \frac{\left(\frac{VR}{3,6}\right)^2}{2 \cdot g \cdot f \cdot \rho} \tag{13} \\
 Jh_{MC} &= \frac{68,35}{3,6} \cdot 2,5 + \frac{\left(\frac{68,35}{3,6}\right)^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,35} \\
 &= 99,95 \text{ m} \\
 Jh_{LV} &= \frac{65,76}{3,6} \cdot 2,5 + \frac{\left(\frac{65,76}{3,6}\right)^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,35} \\
 &= 94,25 \text{ m} \\
 Jh_{HV} &= \frac{63,56}{3,6} \cdot 2,5 + \frac{\left(\frac{63,56}{3,6}\right)^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,35} \\
 &= 89,53 \text{ m} \\
 Jh_{rata-rata} &= \frac{66}{3,6} \cdot 2,5 + \frac{\left(\frac{66}{3,6}\right)^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,35} \\
 &= 94,78 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Nilai jarak pandang henti di lapangan kurang dari nilai jarak pandang henti secara teoritis. Dapat dilihat pada Tabel 10 nilai $Jh < Jh_{minimum}$, sedangkan berdasarkan survei di lapangan didapatkan jarak pandang henti yang tersedia di lapangan adalah sebesar 99 m sehingga tidak memenuhi untuk kecepatan rencana 80 km/jam yaitu 120 m.

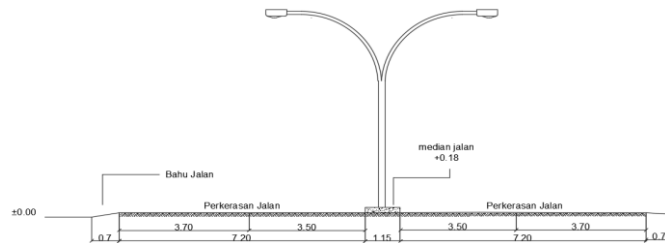
Kondisi geometrik tikungan di lokasi black spot

Penampang melintang jalan

Setelah dilakukan pengukuran melalui aplikasi *Google earth* dan digambar menggunakan program *auto cad*, didapatkan data Tabel 13, serta Gambar 2 berikut ini.

Tabel 13. Tipe jalan, lebar bahu, lebar jalan, dan median

	Lapangan	Standar
Tipe Jalan	4/2 D	4/2 D
Lebar Median	1,15	2
Lebar Tiap Lajur	3,5 dan 3,7	3,75
Lebar Bahu	0,7	2



Gambar 2. Penampang Melintang Jalan

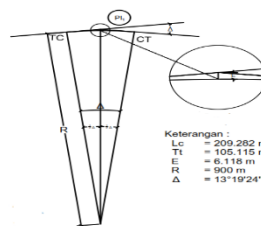
Berdasarkan hasil data lebar bahu, lebar jalan, dan lebar median di atas tidak memenuhi ketentuan untuk jalan Arteri Kelas 1 berdasarkan Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6.

Alinyemen horisontal

Analisis perhitungan pada alinyemen horisontal seperti bentuk lengkung horisontal yang didapat merupakan jenis tikungan tipe *Full Circle*. Hasil analisis dilihat pada Tabel 14 dan Gambar alinyemen horisontal sebagai dasar penggambaran *superelevasi* pada tikungan dapat dilihat pada Gambar 3, sebagai berikut.

Tabel 14. Alinyemen Horizontal

Δ	Rlap	Ls	emax	Tc	Ec	Lc
13,3233	900	40	2,62 %	105,1153	6,1176	209,2824



Gambar 3. Lengkung Horizontal

Adapun rumus untuk mengolah data alinyemen horisontal.

$$\Delta = 13d19'24'' = 13,3233^\circ$$

$$R = 900 \text{ m}$$

Menghitung besaran – besaran dari lengkung Fc

$$Lc = \frac{\Delta 2\pi R c}{360^\circ} \tag{13}$$

$$= \frac{13,32332}{360^\circ} \times 2 \pi \times 900$$

$$= 209,2824 \text{ m}$$

$$Tc = R c \tan \frac{1}{2} \Delta$$

$$= 900 \tan \frac{1}{2} 13,3233$$

$$= 105,1153 \text{ m}$$

$$Ec = Tc \tan \frac{1}{4} \Delta$$

$$= 105,1153 \tan \frac{1}{4} 13,3233$$

$$= 6,1176 \text{ m}$$

Nilai jari jari kelengkungan di lokasi sebesar 900 m dan berdasarkan Jalan Arteri Kelas I adalah sebesar 210 m. Oleh karena itu nilai jari-jari minimum pada tikungan sudah memenuhi standar jari-jari minimum.

Daerah bebas samping

Hasil analisis daerah bebas samping didapatkan nilai daerah bebas samping untuk kecepatan lapangan dan untuk kecepatan rencana sudah memenuhi nilai daerah bebas samping yang dilakukan pengukuran secara langsung di lapangan yaitu sebesar 3,6 m. Berikut Tabel 15 hasil perhitungan daerah bebas samping, sebagai berikut.

Table 15. Analisis Daerah Bebas Samping (E)

Jenis Kendaraan	Jh	E _{analisis}	E _{Lapangan}	Keterangan
MC	99,95	1,5	3,6	Memenuhi
LV	94,25	1,2	3,6	Memenuhi
HV	89,53	0,6	3,6	Memenuhi
Rata- rata	94,78	1,3	3,6	Memenuhi

Adapun cara untuk memperoleh nilai bebas samping berdasarkan nilai jarak pandang.

$$\begin{aligned}
 E &= R \times \left(1 - \cos\left(\frac{90^\circ Jh}{\pi R}\right)\right) & (14) \\
 E_{MC} &= 900 \left(1 - \cos\left(\frac{90^\circ 99,95}{\pi 900}\right)\right) \\
 &= 1,5 \text{ m} \\
 E_{MC} &= 900 \left(1 - \cos\left(\frac{90^\circ 94,25}{\pi 900}\right)\right) \\
 &= 1,2 \text{ m} \\
 E_{MC} &= 900 \left(1 - \cos\left(\frac{90^\circ 89,53}{\pi 900}\right)\right) \\
 &= 0,6 \text{ m} \\
 E_{MC} &= 900 \left(1 - \cos\left(\frac{90^\circ 94,78}{\pi 900}\right)\right) \\
 &= 1,3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Pelebaran perkerasan pada tikungan

Jalan di lokasi merupakan jalan arteri kelas I dengan muatan sumbu terberat > 10 ton sehingga kendaraan yang melintas adalah kendaraan berat. Berikut Tabel 16 hasil perhitungan pelebaran perkerasan pada tikungan.

Tabel 16. Pelebaran Perkerasan Pada Tikungan

Parameter	b''	b'	Td	Z	B	Toleransi
Kecepatan Lapangan	0,19847	2,7985	0,0244	0,22	7,5 m	0,3 m
Kecepatan Rencana	0,19847	2,7985	0,0244	0,28	7,6 m	0,4 m

Lebar kendaraan (b) = 2,6 m (lebar lintasan kendaraan besar pada jalan lurus)
 Tonjolan depan (A) = 1,2 m (tonjolan depan sampai bumper kendaraan berat)
 Jarak antar gandar (P) = 18,9 m (jarak antar as roda depan dan belakang kendaraan)

a. Berdasarkan kecepatan lapangan

$$\begin{aligned}
 V_{HV} &= 63,56 \text{ km/jam} \\
 \text{Lebar lajur} &= 3,5 \text{ m dan } 3,7 \text{ m} \\
 \text{Jumlah jalur} &= 2 \text{ m} \\
 \text{Lebar jalan pada bagian lurus } B_n &= 3,5 + 3,7 = 7,2 \text{ m} \\
 Rl_{ap} &= 900 \text{ m} \\
 c &= 0,8 \text{ (kebebasan samping)} \\
 b'' &= R \cdot \sqrt{R^2 - P^2} \\
 &= 900 \cdot \sqrt{900^2 - 18,9^2} \\
 &= 0,19847 \\
 b' &= b + b'' \\
 &= 2,6 + 0,1985 \\
 &= 2,7985 \\
 Td &= \sqrt{R^2 + A(2P - A)} - R \\
 &= \sqrt{900^2 + 1,2(2 \cdot 18,9 - 1,2)} - 900 \\
 &= 0,0244 \\
 z &= 0,105 \times \frac{V}{\sqrt{R}} \\
 &= 0,105 \times \frac{63,56}{\sqrt{900}} \\
 &= 0,222 \\
 B &= n(b' + c) + (n-1)Td + z
 \end{aligned}$$

$$= 2 (2,7985 + 0,8) + (2-1) 0,0244 + 0,222) \\ = 7,5 \text{ m}$$

Lebar perkerasan (W) pada jalur lurus $3,5 + 3,7 = 7,2 \text{ m}$

Terkoreksi $B > W$
 $7,5 \text{ m} > 7,2 \text{ m}$

Karena $B > W$, maka diperlukan pelebaran perkerasan pada tikungan PI sebesar 0,3 m

b. Berdasarkan kecepatan rencana

$$V_r = 80 \text{ km/jam}$$

$$\text{Lebar lajur} = 3,5 \text{ m dan } 3,7 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah lajur} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Lebar jalan pada bagian lurus } B_n = 3,5 + 3,7 = 7,2 \text{ m}$$

$$R_{lap} = 900 \text{ m}$$

$$c = 0,8 \text{ (kebebasan samping)}$$

$$b'' = R - \sqrt{R^2 - P^2} \\ = 900 - \sqrt{900^2 - 18,9^2} \\ = 0,19847$$

$$b' = b + b'' \\ = 2,6 + 0,1985 \\ = 2,7985$$

$$T_d = \sqrt{R^2 + A(2P - A)} - R \\ = \sqrt{900^2 + 1,2(2.18,9 - 1,2)} - 900 \\ = 0,0244$$

$$z = 0,105 \times \frac{V}{\sqrt{R}} \\ = 0,105 \times \frac{80}{\sqrt{900}} \\ = 0,28$$

$$B = n(b' + c) + (n-1)T_d + z \\ = 2(2,7985 + 0,8) + (2-1)0,0244 + 0,28 \\ = 7,5 \text{ m}$$

Lebar perkerasan (W) pada jalur lurus $3,5 + 3,5 = 7,0 \text{ m}$

Terkoreksi $B > W$
 $7,6 \text{ m} > 7,2 \text{ m}$

Karena $B > W$, maka diperlukan pelebaran perkerasan pada tikungan PI sebesar 0,4 m.

Pada lokasi Sta 7+500 di tikungan besar lebar jalur sama dengan nilai lebar jalur pada jalan lurus, seharusnya dilakukan adanya penambahan sebesar 0,3 m berdasar kecepatan rata-rata kendaraan berat yang lewat dan jika berdasarkan kecepatan rencana desain jalan pada lokasi seharusnya ada penambahan 0,4 m pada tikungan.

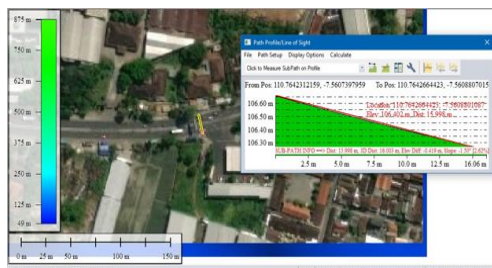
Superelevasi

Superelevasi pada tikungan Full Circle dilakukan secara linier, diawali dari bagian lurus panjang $3/4 L_s$ sampai dengan bagian lingkaran penuh $1/4 L_s$. Berdasarkan keadaan di lapangan didapat nilai kemiringan pada tikungan sebesar 2,62 % melalui pembacaan Google mapper, berikut Tabel 17 besar nilai kemiringan pada tikungan.

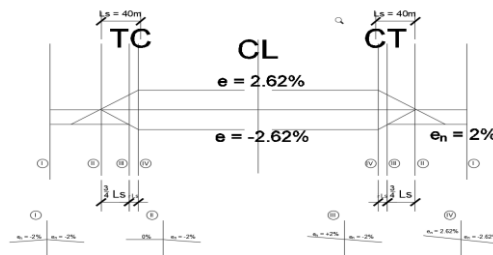
Tabel 17. Superelevasi

En (%)	Lc (m)	Ls (m)	emax (%)	e
-2	209,2824	40	10	2,62%

Adapun gambar pengambilan data dari aplikasi global mapper dan gambar Superelevasi dapat dilihat pada Gambar 4 serta Gambar 5 berikut ini.



Gambar 4. Nilai Superelevasi



Gambar 5. Diagram Superelevasi

Kemiringan tikungan di lapangan ditunjukkan melalui diagram *superelevasi* adalah sebesar 2,62 %. Hal ini menunjukkan kemiringan dilapangan tidak melebihi nilai *superelevasi* maksimum yaitu sebesar 10 % sehingga aman bagi pengendara.

Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan pada penelitian ini, maka didapatkan kesimpulan. Nilai kecepatan rata-rata di lapangan diperoleh sebesar 66 km/ jam lebih kecil dari kecepatan rencana menurut jalan Arteri Kelas I yaitu 80 km/jam. Untuk parameter geometrik nilai lengkung horizontal diketahui nilai jari- jari tikungan sebesar 900 m, sedangkan pada ketentuan yang ada adalah 210 m, daerah bebas samping selebar 3,6 m dan kemiringan tikungan sebesar 2,62 % sudah memenuhi ketentuan peraturan yang ada sebesar 10 %. Namun, untuk nilai lebar jalan, lebar bahu dan lebar median pada lokasi belum memenuhi persyaratan jalan ideal untuk Jalan Arteri Kelas I, serta untuk parameter jarak pandang henti 99 m di lapangan kurang dari nilai jarak pandang henti secara teoritis yaitu 120 m, sedangkan untuk jarak pandang mendahului yang diamati dikatakan aman karena analisis jarak pandang mendahului hanya untuk digunakan tipe jalan 2 lajur 2 arah tanpa terbagi tetapi pada lokasi penelitian adalah 4 lajur 2 arah terbagi.

Daftar pustaka

- Badrujaman A. 2016. *Perencanaan Geometrik Jalan dan Anggaran biaya Ruas Jalan Cempaka – Wanaraja Kecamatan Garut Kota*. Jurnal Kontruksi Sekolah Tinggi Teknologi Garut 14(1) : 25-34. Diakses tanggal 10 Febuari 2018
- Dedi, I, P., & Siprianus, A. 2018. Analisis Geometrik Jalan Pada Lengkung *Horizontal* (Tikungan) dengan Metode Bina Marga dan AASHTO (Studi kasus: Ruas Jalan Km 180-Werunu Sta. 207+500 s/d Sta. 207+700). Jurnal Teknik Sipil & Arsitektur UNIPA ISSN, *Volume 4 No. 2*. Diakses tanggal 24 Maret 2019
- Denis, B, H., Rosie, F, S., & Rudatin, R. 2017. Tinjauan Geometrik Jalan Raya Pada Titik-Titik Rawan Kecelakaan (*Blackspots*) Di Kota Semarang (Studi kasus: Jalan Prof Hamka, Gombel Lama, dan Kolonel H. Imam Suparto). Jurnal Teknik Sipil Unika, Volume 1, No 2, 49-56. Semarang. Diakses tanggal 27 April 2019
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.
- Djoko, P., Amelia, K. I., & Kami, H. B. 2015. Hubungan antara Kecepatan dan Kondisi Geometrik Jalan yang Berpotensi Menyebabkan Kecelakaan Laalu Lintas pada Tikungan. *Jurnal Ilmu Terapan Bidang Teknik Sipil, Vol. 21, No. 2*, 83 – 90. Diakses tanggal 18 Maret 2019
- Fahlifie, A., Sukirman, S., & Haris, S. 2007. *Evaluasi Terhadap Perencanaan Geometrik Pada Jalan Alternatif Waduk Darma Kabupaten Kuningan Jawa Barat*. Jurnal Teknik Sipil 5(1) : 42-47. Diakses tanggal 11 Maret 2018
- Purwanti, Sari. 2012. *Analisis Faktor Penyebab Kecelakaan Berdasarkan Kondisi Geometrik (Studi kasus: Jalan Raya Bogor Km 34-35)*. Universitas Indonesia. Jakarta. <http://lib.ui.ac.id/bo/uiibo/detail.jsp>
- Rajulun, K., & Berlian, K. 2017. Evaluasi Geometri Jalan Klaten- Jatinom Km 4,3- Km 5,3 Provinsi Jawa Tengah. Prosiding Kolokium Studi Teknik Sipil FTSP UII2017, ISSN9-772477-5B3159. Diakses tanggal 23 Maret 2018
- Robby, D, R., & Rachmatdani, W. 2017. Analisis Geometrik Jalan Raya Pada Daerah Rawan Kecelakaan (Studi Kasus Ruas Jalan Kasongan Pundu Km 86,000 – Km 87,200). Jurnal Tcortis dan Terapan Bidang Keteknikan, Volume 1, No. 1. Palang Karaya. Diakses tanggal 27 April 2019
- Sanjalu, Gembong Bangkit. 2018. *Analisis Tingkat Kecelakaan Lalu Lintas (Studi kasus: Jl. Slamet Riyadi km 4+480- km 5+600 Surakarta dan Jl. Ahmad Yani km 5+600- km 11+100 Sukoharjo)*. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sukoharjo.
- Sukirman, Silvia. 1994. *Dasar- dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung.
- Tandi, W., Hendry., & Mulatua. (2017). Evaluasi Lokasi Blackspot dan Tingkat Resiko. *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer, Vol. 06, No. 23*, 269-285. Diakses tanggal 7 Febuari 2019
- World Health Organization. 2013. <http://www.searo.who.int>

Zanuardi, A., & Suprayitno, H. 2018. Analisis Karakteristik Kecelakaan Lalu Lintas di Jalan Ahmad Yani Surabaya melalui Pendekatan Knowledge Discovery in Database. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, Volume 2, No. 1, 45-55. Diakses tanggal 23 Maret 2018